



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 48 104 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 24 B 13/00

②1 Aktenzeichen: 102 48 104.0
②2 Anmeldetag: 15. 10. 2002
④3 Offenlegungstag: 22. 5. 2003

DE 102 48 104 A 1

⑥6 Innere Priorität:
101 50 662. 7 17. 10. 2001
⑦1 Anmelder:
Schneider GmbH + Co. KG, 35239 Steffenberg, DE
⑦4 Vertreter:
Schlagwein und Kollegen, 61231 Bad Nauheim

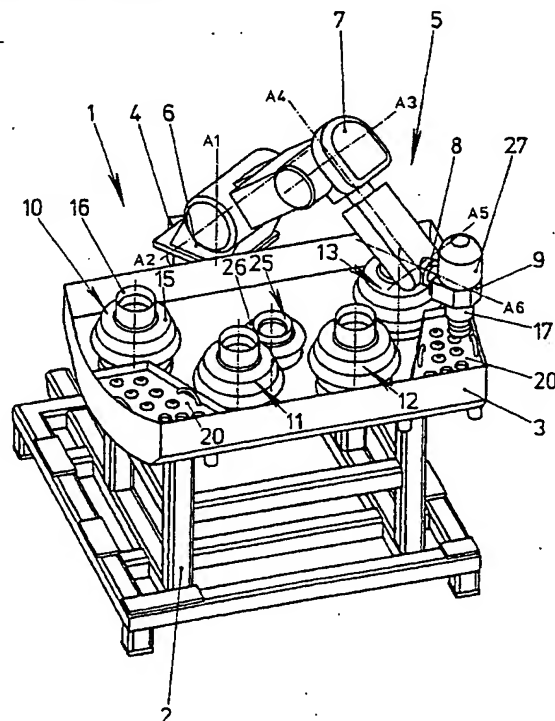
⑦2 Erfinder:
Schneider, Gunter, 35037 Marburg, DE;
Buchenauer, Helwig, 35232 Dautphetal, DE; Krämer,
Klaus, 35232 Dautphetal, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤4 Linsenbearbeitungsmaschine, insbesondere zum Polieren von Linsen

⑤7 Es wird eine Linsenbearbeitungsmaschine beschrieben, bei der mittels eines Roboters eine zu polierende Linse zu verschiedenen Arbeitsstationen geführt werden kann. Der Roboter sorgt weiterhin für ein Auswechseln der Polierwerkzeuge. Außerdem führt er die zu polierende Linse auf einer Bahn, bei der der Polierteller (37), dessen Durchmesser kleiner ist als der der Linse, über die Linsenoberfläche gefahren wird, wobei in einem Poliervorgang alle Bereiche der Linsenoberfläche erreicht werden.



Best Available Copy

DE 102 48 104 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Linsenbearbeitungsmaschine.

[0002] Linsen werden, nachdem die optisch aktiven Flächen auf beiden Seiten geformt worden sind, poliert. Je nachdem welches Arbeitsverfahren zum Herstellen der optisch aktiven Flächen genutzt worden ist, kann das Polierverfahren unterschiedlich aufwendig sein. Außerdem ist zu beachten, dass Linsen nicht nur symmetrische Oberflächen haben, sondern insbesondere Linsen, die für Brillen vorgesehen sind, mit sogenannten Gleitsichtflächen versehen sein können. Diese Gleitsichtflächen weisen gegenüber einer symmetrischen Grundfläche Erhebungen und Vertiefungen auf, die ein sogenanntes Gleitsichtsehen ermöglichen. Insbesondere bei solchen Linsen muss bei der Auswahl des Polierwerkzeuges darauf geachtet werden, dass dieses auch in die Bereiche der Linsenoberfläche gelangt, die lokal eine besonders starke Krümmung aufweisen. Auch dort muss ein gleichmäßiger Abtrag bzw. eine definierte Formänderung erreicht werden. Desweiteren wird es in einigen Fällen notwendig sein, in mehreren Schritten mit jeweils unterschiedlichen Polierwerkzeugen zu arbeiten. Außerdem benötigt eine komplexe Linsenbearbeitungsmaschine Arbeitsstationen zum Waschen und Signieren der Linsen und eine Übergabestation.

[0003] Bei den bisher bekannten Maschinen konnte nur mit einem Werkzeug gearbeitet werden und es war stets notwendig, das Polierwerkzeug zu wechseln, um für die jeweils gerade zu polierende Linse ein geeignetes Polierwerkzeug im Einsatz zu haben. Damit konnten mit solchen Maschinen nicht sehr hohe Taktzeiten erreicht werden. Außerdem war der logistische Aufwand hinsichtlich Transport, Lagerung und Werkzeugbevorratung sehr groß.

[0004] Die Erfindung beruht somit auf dem Problem, eine Linsenbearbeitungsmaschine, insbesondere eine Linsenpoliermaschine, darzustellen, mit der es möglich ist, im schnellen Wechsel Linsen in unterschiedliche Arbeitsstationen zu bringen, wo sie jeweils u. a. auch mit unterschiedlichen Polierwerkzeugen bearbeitet werden können.

[0005] Als Lösung wird eine Linsenbearbeitungsmaschine, insbesondere Linsenpoliermaschine, vorgesehen, die mit einem einen Roboterarm aufweisenden Roboter versehen ist, wobei am freien Ende des Roboterarmes eine Werkstückspindel befestigt ist, die weiter einen Tisch aufweist, auf dem mindestens zwei Arbeits- bzw. Werkzeugstationen mit Linsenbearbeitungswerkzeugen angeordnet sind, die von der Werkstückspindel durch eine entsprechende Ansteuerung des Roboters angefahren werden können, wobei die Werkstückspindel sowohl eine Linsenaufnahme als auch eine Werkzeuggreifvorrichtung aufweist.

[0006] Eine Linsenaufnahme ist im allgemeinen so eingerichtet, dass sie ein Blockstück, auf dem die zu bearbeitende Linse aufgeblockt ist, erfassen kann. Richtet man das Werkzeug so ein, dass eine solche Linsenaufnahme auch das Werkzeug greifen kann, dann können die Linsenaufnahme und die Werkzeuggreifvorrichtung auch identische Bauteile sein.

[0007] Eine solche Anordnung hat zum einen den Vorteil, dass innerhalb des Arbeitsbereiches des Roboters mehrere Linsenbearbeitungsstationen vorgesehen sind, die – je nachdem welche gerade benötigt wird – von dem Roboter mit der zu bearbeitenden Linse angefahren werden können.

[0008] Da die Polierwerkzeuge einem gewissen Verschleiß unterliegen, ist es notwendig, dass diese nach einer bestimmten Standzeit gewechselt werden müssen. Ein weiterer Grund für einen Polierwerkzeugwechsel liegt darin, dass bei bestimmten Produktionszyklen nacheinander stark

unterschiedlich gekrümmte Linsen bearbeitet werden müssen. In den Bearbeitungsstationen müssen daher jeweils Polierwerkzeuge vorhanden sein, deren Krümmung der mittleren Krümmung der jeweils zu bearbeitenden Linsen angepasst ist. Auch diese Aufgabe wird von dem Roboter übernommen, indem die Werkstückspindel so eingerichtet ist, dass er Werkzeuge greifen und einen Wechseltorgang durchführen kann. Dazu ist auf dem Tisch mindestens ein Werkzeugmagazin vorhanden, das ebenfalls im Greifbereich des Roboterarmes liegt. Ohne großen maschinellen Aufwand kann somit der Roboter genutzt werden, sowohl die Linsen zu führen als auch die Werkzeuge zu wechseln. [0009] Der Tisch hat insbesondere die Form einer Wanne mit einem Boden, wobei die Werkzeuge der einzelnen Arbeitsstationen oberhalb des Bodens und der jeweilige Antrieb unterhalb des Bodens liegen. Dadurch wird erreicht, dass die Antriebe von dem beim Polieren auftretenden Poliernebel geschützt sind. Dieser Funktion dient auch die folgende Maßnahme. Demnach sind die Werkzeuge der einzelnen Stationen von einer Manschette umgeben, die eine obere Öffnung aufweist, in die der Absatz der Werkstückspindel dichtend einsetzbar ist, so dass sich die Linse ebenfalls in der Manschette befindet. Der Poliervorgang findet demnach in einem von der Manschette abgedichteten Raum statt, so dass möglichst wenig Poliernebel nach außen dringt.

[0010] Ein Roboter, der erstens die Aufgabe erfüllt, jeden Punkt innerhalb des Arbeitsbereiches anzufahren und der darüber hinaus in der Lage ist, die Werkstückspindel innerhalb eines bestimmten Raumwinkelbereiches schräg zu stellen, weist insbesondere einen geknickt ausgeführten Roboterarm auf, der in seinen drei Gelenken insgesamt sechs Drehachsen aufweist. Hierbei handelt es sich durchaus um einen typischen Industrieroboter, dessen Ansteuerung hinlänglich bekannt ist. Entscheidend ist, dass die Werkstückspindel innerhalb des Arbeitsbereiches verfahren und beliebig geneigt werden kann. Die Neigung wird benötigt, um die Linse entsprechend der mittleren Krümmung des aktuell bearbeiteten Linsenbereiches flächig gegen einen Polierteller des jeweiligen Polierwerkzeuges zu drücken.

[0011] Der Roboterarm führt darüber hinaus auch die Bewegung der Linse über das Polierwerkzeug aus. Insbesondere beim Polieren von Linsen mit Gleitsichtflächen kann nicht mit einem Polierwerkzeug gearbeitet werden, das eine symmetrische Oberfläche und eine größere Ausdehnung als die Linse selbst hat. Bei Gleitsichtflächen können nur jeweils kleine Bereiche der Linse poliert werden, so dass sich der Polierteller nur an die Oberfläche der Linse im gerade bearbeiteten Bereich anpassen braucht. Um die Linse insgesamt zu bearbeiten, muss der Polierteller die Linsenfläche abfahren bzw. die Linse entsprechend zum Polierwerkzeug bewegt werden. Auch diese Aufgabe wird vom Roboter übernommen, wobei im Prinzip beliebige aber insbesondere kreisende oder mäanderrförmige Bewegungsbahnen denkbar sind, da diese insbesondere an die äußere Kontur der Linse angepasst werden können.

[0012] Um die Zeiten zum Anfahren einer bestimmten Werkzeugstation gering zu halten, sind die Werkzeuge vorzugsweise auf einem Kteis um eine vertikale Drehachse des Roboters angeordnet. Im Übergang von der einen zur anderen Werkzeugstation braucht der Roboter lediglich im Wesentlichen um diese eine vertikale Achse gedreht werden.

[0013] Wie schon ausgeführt, soll die Maschine im Wesentlichen zum Polieren von Linsengläsern eingesetzt werden. Dazu wird eine Polierflüssigkeit benötigt, die kleine, abrasiv wirkende Partikelchen enthält. Diese Flüssigkeit ist leider äußerst aggressiv, und es muss dafür gesorgt werden, dass diese nicht aus der Polierzone gelangen. Dazu sind in

den einzelnen Arbeitsstationen Einrichtungen vorgesehen, über die Polierflüssigkeit in die Polierzone gebracht wird. Die dazu nötigen Zuleitungen und Düsen befinden sich innerhalb der oben schon erwähnten Manschetten.

[0014] Außerdem muss dafür gesorgt werden, dass die Werkzeuge, die zum Wechseln in dem Werkzeugmagazin bereitliegen, innerhalb einer Flüssigkeit liegen, also stets benetzt und feucht sind und nicht austrocknen, so dass sie, sobald sie in eine Werkzeugstation gebracht werden, sofort einsatzbereit sind. Dazu sind die Werkzeugmagazine mit einer dazu geeigneten Flüssigkeit, insbesondere einer Polierflüssigkeit, flutbar. Wird allerdings ein Werkzeug entnommen, so wird der Spiegel der Polierflüssigkeit abgesenkt, so dass die Werkzeuggreifvorrichtung nicht in die Polierflüssigkeit tauchen braucht. Ein Kontaminierung mit der Polierflüssigkeit wird damit verhindert.

[0015] Außerdem befindet sich auf dem Tisch eine Waschstation für Linsen, in der diese nach dem Poliervorgang von der Polierflüssigkeit befreit werden.

[0016] Polierwerkzeuge, die zum Einsatz in der eben beschriebenen Maschine geeignet sind, müssen einerseits leicht auswechselbar sein und über eine identische Verbindungsstelle zur Werkzeugspindel verfügen, die sich am Tisch befindet. Dies erlaubt es, die Werkzeugspindeln in den einzelnen Arbeitsstationen identisch aufzubauen, so dass sie beliebig mit den vorhandenen Werkzeugen verbunden werden können. Dazu verfügt die Werkzeugspindel über einen zentralen Kolben, der innerhalb der Werkzeugspindel axial verfahrbar aber auch feststellbar ist, der an seinem aus der Werkzeugspindel hervorragenden Ende ein Gewinde besitzt, auf dem ein Kopf aufschraubbar ist. Dieser Kopf kann nach einer ersten Ausführung des Werkzeuges aus einer Hülse mit einer kardanisch angelenkten Trägerplatte bestehen, an der der Polierteller befestigt ist, wobei die Hülse auf den Kolben aufgeschraubt ist. Die kardanische Aufhängung ermöglicht es, dass der Polierteller der sich ändernden Ausrichtung der Linse folgt, wenn diese während des Poliervorganges am Polierwerkzeug entlang geführt wird. Dies hat den Vorteil, dass die Spindel, die die Linse trägt, beim Poliervorgang keine Kippbewegungen ausführen braucht.

[0017] Zum Erzeugen des nötigen Polierdruckes ist der Kolben beweglich aber drehgesichert in der Werkzeugspindel geführt und von einer Druckeinrichtung belastet, mit der der Polierdruck erzeugt wird. Druckeinrichtungen auf pneumatischer Basis sind besonders geeignet, da sie wegen der Kompressibilität des Arbeitsmediums eine gewisse Elastizität aufweisen, so dass das Werkzeug leicht nachgiebig gelagert ist.

[0018] Auf einem Aufnahmeteller befindet sich unter Zwischenlage einer Schaumschicht eine Polierfolie, die den eigentlichen Poliervorgang durchführt. Dieser Aufnahmeteller besteht aus Kunststoff und ist so ausgebildet, dass er auf die Trägerplatte aufklipsbar ist.

[0019] Um den Polierteller wechseln zu können, wird der Kolben nach unten gezogen, so dass sich die Trägerplatte gegen eine Stützhülse anlegt und damit das Kardangelk fixiert. Nun kann der Roboterarm mit seiner Werkzeuggreifvorrichtung, die wie oben erläutert die Linsenaufnahme sein kann, den Polierteller greifen und ihn von der Trägerplatte abklipsen und ablegen, um anschließend einen neuen zu holen und aufzuklipsen. Um dies zu vereinfachen, befindet sich am Aufnahmeteller ein Greifring.

[0020] Zwischen Aufnahmeteller und dem Fuß der Stützhülse an der Werkzeugspindel wird eine Manschette gespannt, die verhindert, dass Poliernebel in die Stützhülse gelangt.

[0021] Bei einer anderen Ausführungsform des Polierkopfes ist der Polierteller auf einem Polster gelagert, das es er-

möglicht, dass der Polierteller verkippen kann, um sich auf diese Weise an die jeweilige Oberfläche der Linse anzupassen. Es erfüllt damit die gleiche Funktion wie das Kardangelk. Das Polster sorgt außerdem für den nötigen Polierdruck. Dieses Polster kann einerseits ein Schaum sein aber auch durch ein Luftpolster dargestellt werden. In diesem Fall erfolgt die Versorgung mittels eines Kanals im Kolben.

[0022] Im Konkreten wird auf den Kolben ein Membranträger aufgeschraubt, der zusätzlich mit der Werkzeugspindel verschraubt wird. Der Membranträger weist an der Oberseite eine Mulde auf, über die eine Gummimembran gespannt ist, an deren äußeren Seite die Polierfolie aufgeklebt ist. Die Gummimembran verschließt die Mulde, die auf diese Weise eine Druckkammer bildet, die über die Bohrung im Kolben mit Druckluft versorgt wird. Bei dieser Ausführung ist der Kolben arretiert.

[0023] Bei einer weiteren Ausführung ist ebenfalls ein Luftpolster vorgesehen. Hierbei wird aber der Kolben nicht arretiert, sondern ebenfalls mit Druckluft beaufschlagt. Zur Führung des Membranträgers ist eine Führungshülse vorgesehen, in der ein Fortsatz des Membranträgers gleitet.

[0024] Zwischen dem Membranträger und dem Fuß der Führungshülse wird ebenfalls eine Manschette gespannt.

[0025] Beim Polieren einer Linse wird wie folgt vorgegangen: Die Werkzeugspindel wird in Drehung versetzt, so dass der Polierteller sich drehend über die Linsenoberfläche geführt wird. Auch die Linse selbst kann in eine gleichsinnige Drehung versetzt werden, wobei ihre Winkelgeschwindigkeit so gewählt wird, dass das relative Geschwindigkeitsprofil zwischen der Linse und dem Polierwerkzeug an die Form der gerade bearbeiteten Linsenoberfläche angepasst ist, um die Polierwirkung im Sinne eines gezielten Abtrages zu optimieren.

[0026] Entscheidend für die Arbeitsweise der Maschine ist außerdem, dass der Polierteller einen kleineren Durchmesser aufweist als die zu bearbeitende Linse, so dass diese abgefahren werden muss. Der Durchmesser des eingesetzten Poliertellers wird von der Komplexität der Fläche bestimmt. Je näher die optisch aktive Fläche der Linse an einer symmetrischen Ausformung ist, desto größer kann das Polierwerkzeug sein.

[0027] Eine weitere Anpassung an die Komplexität der Oberfläche erhält man einerseits durch ein adaptives Werkzeug (z. B. einen Polierteller mit Druckanpassung) mit einer der Oberfläche der Linse angepasster Oberflächenkrümmung und andererseits durch eine Steuerung der Drehzahl von Polierwerkzeug und Linse, der Steuerung des Luftdruckes und Optimierung der Bahnführung und der Bahngeschwindigkeit, mit der das Polierwerkzeug über die Linsenoberfläche gefahren wird: So müssen Bereiche, bei denen sich der Polierteller auf einer Erhebung befindet, eher mit einem geringeren Polierdruck bearbeitet werden, während Vertiefungsbereiche eher einen höheren Polierdruck vertragen, damit die Polierfolie tatsächlich auch auf den Boden der Vertiefung gelangt. Zur Steuerung der Parameter muß daher die Position des Polierwerkzeuges zur Linsenoberfläche und deren Formung bekannt sein. Dies ermöglicht es, die Formung der Linsenoberfläche mit den Polierparametern, wie Polierdruck, aktuelle Drehgeschwindigkeit von Linsen und Polierwerkzeug sowie die Bahn und die Bahngeschwindigkeit zu steuern.

[0028] Um z. B. die Flanken von Vertiefungen oder Erhebungen besser erreichen zu können, kann es notwendig sein, diese gerade mit dem Rand des Poliertellers abzufahren. Entsprechend muss die Bearbeitungsbahn ausgelegt sein.

[0029] Bei der Bestimmung der Bewegungsbahn muss weiterhin darauf geachtet werden, dass die Hübe des Polierwerkzeuges nicht zu groß und der mittlere Abstand zwi-

schen der auf der Bahn aufeinander folgenden Erhebungen und Vertiefungen nicht zu groß werden. Dies alles bestimmt nämlich die Amplitude und die Frequenz, mit der das Polierwerkzeug in axialer Richtung bewegt werden muss. Je kleiner diese beiden Werte sind, desto schneller kann das Polierwerkzeug über die Linse bewegt werden, ohne dass es zu Übersteuerungen kommt. Durch eine geeignete Wahl der Bahn kann somit der Poliervorgang deutlich verkürzt werden. Bei der Bahnauswahl muss natürlich auch die Außenrandkontur der Linse berücksichtigt werden. Insbesondere wenn es sich um ein eher eckiges Brillenglas handelt, werden mäanderförmige Bahnen bevorzugt.

[0030] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von vier Figuren näher erläutert. Dazu zeigen

[0031] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung der Maschine mit einem Roboter,

[0032] Fig. 2 eine erste Ausführung eines Polierwerkzeuges,

[0033] Fig. 3 eine zweite Ausführung eines Polierwerkzeuges,

[0034] Fig. 4 eine dritte Ausführung des Polierwerkzeuges.

[0035] Die Linsenpoliermaschine 1 besteht aus einem Untergestell 2, auf dem ein Tisch 3 in Form einer Wanne aufgesetzt ist. Hinter dem Tisch 3 befindet sich ein Sockel 4, auf dem ein Roboterarm 5 eines Roboters mit drei Gelenken 6, 7, 8 aufgestellt ist. Gemäß dem ersten Gelenk 6 kann der Roboterarm 5 als Ganzes um eine Hochachse A1 verschwenkt werden und um eine horizontale Achse A2 auf und ab bewegt werden. Zwischen einem ersten und einem zweiten Teilarm befindet sich ein zweites Gelenk 7 mit den Achsen A3 und A4. Im Zusammenspiel dieser beiden Gelenke 6, 7 kann eine ebene Bewegung der Werkstückspindel 9 am Ende des Roboterarmes 5 erzeugt werden. Die Werkstückspindel 9 befindet sich selbst an einem kurzen Arm, der ebenfalls über zwei Achsen A5 und A6 verfügt. Diese Achsen dienen im Wesentlichen dazu, die Werkstückspindel 9 in eine beliebige Raumrichtung zu kippen.

[0036] Die Ansteuerung des Roboters ist so ausgerichtet, dass er die Werkstückspindel 9 über den Tisch 3 fahren kann; er soll aber auch ein Zuführungsband für zu bearbeitende Linsen und ein Transportband für die bearbeiteten Linsen erreichen.

[0037] Außerdem kann eine Messstation und eine Signierstation auf dem Tisch 3 vorgesehen werden, die vom Roboter angefahren werden können.

[0038] Auf dem Tisch 3 sind beispielsweise vier Arbeitsstationen bzw. Werkzeugstationen 10, 11, 12, 13 angeordnet. Die Zahl der Werkzeugstationen ist dem jeweiligen Einsatzzweck angepasst. In der Regel wird man aber mindestens zwei Stationen einsetzen, da sich dann die Vorteile eines Roboters voll entfalten. Wenn auch, wie weiter unten in Bezug auf dieses Ausführungsbeispiel beschrieben wird, die einzelnen Werkzeugstationen mit Polierwerkzeugen ausgestattet sind, so können hier aber auch Waschstationen oder Signierstationen vorgesehen sein.

[0039] In jeder Werkzeugstation 10, 11, 12, 13 befindet sich ein Polierwerkzeug, von denen einige weiter unten näher beschrieben werden sollen. Diese sind in dieser Figur nicht zu erkennen, wohl aber Manschetten 15, die sich vom Boden des Tisches 3 nach oben erheben und dort eine Öffnung 16 aufweisen, in der ein Absatz 17 an der Werkstückspindel 9 dichtend eingeführt ist. Innerhalb der Manschette 15 befindet sich, was hier nicht näher dargestellt ist, eine Zuführung für Polierflüssigkeit. Die Manschetten 15 verhindern, dass der beim Polieren entstehende Poliernebel nach außen gelangt. Vielmehr sammelt er sich in der Manschette 15 und wird über ein ebenfalls hier nicht dargestelltes Ab-

flusssystem aufgenommen.

[0040] In den beiden Ecken des Tisches 3 befindet sich je ein Werkzeugmagazin 20 für Polierteller. Diese Werkzeugmagazine 20 befinden sich in abgetrennten Bereichen des Tisches 3, die mit Polierflüssigkeit geflutet werden können. Dadurch werden die Werkzeuge stets befeuchtet und befinden sich stets in einer arbeitsfähigen Konstitution. Zur Entnahme der Werkzeuge wird allerdings der Spiegel der Polierflüssigkeit gesenkt, so dass diese möglichst nicht mit dem Greifwerkzeug an der Spindel in Kontakt gerät.

[0041] Im Zentrum des Tisches 3 befindet sich eine Waschstation 25. Auch diese ist durch eine Manschette 26 gesichert.

[0042] Die Waschstation 25 dient dazu, polierte Linsen von der Polierflüssigkeit zu befreien.

[0043] Der Roboter übernimmt damit die folgenden Aufgaben: Aufnahme von Linsen von einem Transportband, Ansteuerung der jeweils benötigten Werkzeugstation 10, 11, 12, 13, Bewegung der Linse über den Polierteller in kreisförmigen oder mäanderartigen Bahnen, damit jeder Punkt der Oberfläche der Linse von dem Polierteller erfasst wird, wobei in Kenntnis der Außenkontur der Linse die Bahnen so angepasst werden, dass gerade nur die Bereiche innerhalb dieser Kontur erreicht werden.

[0044] Der Roboter übernimmt weiterhin die Aufgabe, die Polierteller der Polierwerkzeuge zu wechseln. Dazu fährt er die Werkzeugmagazine 20 an und nimmt mit einem hier nicht näher dargestellten Greifwerkzeug einen neuen Polierteller auf und setzt diesen in das jeweilige Werkzeug ein. Diese Wechselsvorgänge müssen durchgeführt werden, sobald der Polierteller abgearbeitet ist.

[0045] Wenn auch die Polierwerkzeuge, wie weiter unten dargestellt, zum Teil kippbar ausgeführt werden, so dass sich der Polierteller der jeweiligen Schräge der Linse in dem zu polierenden Bereich anpasst, kann zusätzlich vorgesehen werden, dass die Werkstückspindel 9 als Ganzes gekippt wird, um so eine noch bessere Angleichung zu ermöglichen.

[0046] Die Werkstückspindel 9 beinhaltet weiterhin einen Motor 27, mit dem die Linse um ihre Achse beim Polieren gedreht werden kann.

[0047] Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Polierwerkzeuges, das in dieser Maschine zum Einsatz kommen kann. Eine Werkzeugspindel 30, die mit einem hier nicht dargestellten Motor verbunden ist, weist einen zentralen Kolben 31 auf, der nach oben über die Werkzeugspindel 30 hinausragt. Der Kolben 31 ist drehfest mit der Werkzeugspindel 30 verbunden. Dies kann z. B. durch einen entsprechenden Querschnitt erzielt werden. Der Kolben 31 ist mit einem Längsbohrung 32 versehen, über den – wie später näher erläutert werden soll – Druckluft geleitet werden kann. Außerdem verfügt er an seinem oberen Ende über einen Außengewinde 33. Diese Anordnung ist insoweit für alle Werkzeugstationen 10, 11, 12, 13 identisch.

[0048] Auf den Kolben 31 kann nun ein Kopf aufgeschraubt werden, der aus zwei miteinander kardanisch verbundenen Teilen besteht, nämlich einer Hülse 34 und einer Trägerplatte 35. Diese Hülse 34 ist auf den Kolben 31 aufgeschraubt. Durch ein Kardangelenke 36 kann nun die Trägerplatte 35 zu allen Seiten hin kippen. Auf die Trägerplatte 35 ist ein Polierteller 37 aufgeklipst. Dieser besteht aus einem Aufnahmeteller 38, auf dem sich eine Schaumlage 39 befindet, die eine Polierfolie 40 trägt. Die Polierfolie 40 steht unmittelbar im Kontakt mit der zu polierenden Linse. Der Aufnahmeteller 38 besteht aus Kunststoff und ist so ausgebildet, dass er auf die Trägerplatte 35 aufgeklipst werden kann. Damit die Werkzeuggreifvorrichtung bzw. die dazu geeignete Linsenaufnahme besser greifen kann, befindet sich am Aufnahmeteller 38 ein Greifring 41.

[0049] Um den Polierteller 37 wechseln zu können, wird wie folgt vorgegangen: An der Werkzeugspindel befindet sich eine Stützhülse 42. Wird nun der Kolben 31 mit einem Unterdruck-beaufschlagt, so wird er gemäß der Darstellung nach unten gezogen, so dass sich die Trägerplatte 35 an die Oberkante der Stützhülse 42 anlegt und das Kardangelen 36 fixiert ist. Nun kann der Polierteller 37 abgeklipst und anschließend ein neuer aufgeklipst werden.

[0050] Am Fuß der Stützhülse 42 befindet sich eine umlaufende Nut 43. Eine weitere Nut 44 ist an einem Haltering 45 unterhalb des Aufnahmetellers 38 vorgesehen. In diese Nuten 43, 44 wird eine hier nicht dargestellte Manschette eingeklipst, die verhindert, dass Poliernebel in den Bereich des Kardangelenkes 36 und des Kolbens 31 gelangt.

[0051] Bei den Ausführungen nach den Fig. 3 und 4 wird auf ein Kardangelen verzichtet. Die mögliche Kippung des Poliertellers 37 wird durch ein Polster bewirkt, das durch eine Schaumlage gebildet sein kann oder aber – wie dies die Figuren zeigen – durch ein Luftpolster 50. Die Zuführung von Druckluft in dieses Polster 50 erfolgt durch die schon erwähnte Längsbohrung 32 im Kolben 31.

[0052] Zur Ausbildung des Luftpolsters 50 wird ein Membranträger 51 auf den Kolben 31 aufgeschraubt und gemäß der Lösung nach Fig. 3 zusätzlich mit der Werkzeugspindel verschraubt 30.

[0053] An der Oberseite des Membranträgers 51 befindet sich eine Ausnehmung bzw. Mulde 52, die von einer Gummimembran 53 überdeckt wird, auf der sich die Polierfolie 40 direkt oder unter Zwischenlage einer Schaumlage 39 befindet.

[0054] Die von der Gummimembran 53 abgedeckte Mulde 52 bildet das Luftpolster 50. Nach Fig. 3 mündet der Längskanal des Kolbens 31 unmittelbar in die Mulde 52 ein.

[0055] Das Luftpolster 50 ermöglicht es, dass sich die Gummimembran 53 schräg stellt und so die Polierfolie 40 möglichst großflächig an der Linsenoberfläche anliegt. Sie sorgt außerdem für den nötigen Polierdruck.

[0056] Nach der Ausführung nach Fig. 4 kann der Membranträger 51 mit dem Kolben 31 in axialer Richtung durch einen pneumatischen Steller bewegt werden, so dass auf diese Weise ein bestimmter Polierdruck erzeugt wird. Dazu besitzt der Membranträger 51 einen kolbenförmigen Fortsatz 55 mit einer Sackbohrung 56 und einem Innengewinde, in dem das Außengewinde 33 des Kolbens 31 eingeschraubt wird. Der Fortsatz 55 ist in einer Führungshülse 57 geführt, die an der Werkzeugspindel 30 angeschraubt ist. Auch bei dieser Ausführung befindet sich eine hier nicht gezeigte Manschette zwischen dem Membranträger und der Hülse 34. Zur Befestigung der Manschette sind die Nuten 43, 44 vorgesehen.

[0057] In den Ausführungen des Polierwerkzeuges nach Fig. 3 und Fig. 4 wird die Manschette mittels eines hier nicht näher dargestellten Sicherungsringes gehalten, der auf den Manschettenträger aufgeschraubt wird, so dass der in einer Nut liegende Rand der Manschette dort gehalten ist.

- 1 Linsenpoliermaschine
- 2 Untergestell
- 3 Tisch
- 4 Sockel
- 5 Roboterarm
- 6 Gelenk
- 7 Gelenk
- 8 Gelenk
- 9 Werkstückspindel
- 10 Werkzeugstation
- 11 Werkzeugstation
- 12 Werkzeugstation
- 13 Werkzeugstation

- 15 Manschette
- 16 Öffnung
- 17 Absatz
- 20 Werkzeugmagazin
- 25 Waschstation
- 26 Manschette
- 27 Motor
- 30 Werkzeugspindel
- 31 Kolben
- 32 Längsbohrung
- 33 Außengewinde
- 34 Hülse
- 35 Trägerplatte
- 36 Kardangelen
- 37 Polierteller
- 38 Aufnahmeteller
- 39 Schaumlage
- 40 Polierfolie
- 41 Greifring
- 42 Stützhülse
- 43 umlaufende Nut
- 44 umlaufende Nut
- 45 Haltering
- 50 Luftpolster
- 51 Membranträger
- 52 Mulde
- 53 Gummimembran
- 55 Fortsatz
- 56 Sackbohrung
- 57 Führungshülse

Patentansprüche

1. Linsenbearbeitungsmaschine mit einem einen Roboterarm (5) aufweisenden Roboter, wobei am freien Ende des Roboterarmes (5) eine Werkstückspindel (9) befestigt ist, mit einem Tisch (3), auf dem mindestens zwei Arbeits- bzw. Werkzeugstationen (10, 11, 12, 13) mit Linsenbearbeitungswerkzeugen angeordnet sind, die von der Werkstückspindel (9) durch eine entsprechende Ansteuerung des Roboters angefahren werden können, wobei die Werkstückspindel (9) sowohl eine Linsenaufnahme als auch eine Werkzeuggreifvorrichtung aufweist.
2. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Tisch (3) mindestens ein Werkzeugmagazin (20) vorhanden ist.
3. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Tisch (3) die Form einer Wanne mit einem Boden hat und dass die Werkzeuge der einzelnen Arbeitsstationen oberhalb des Bodens und der jeweilige Antrieb unterhalb des Bodens liegen.
4. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeuge der einzelnen Stationen von einer Manschette (15) umgeben sind mit einer Öffnung (16), in die ein Absatz (17) der Werkstückspindel (9) dichtend einsetzbar ist.
5. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboterarm über sechs Drehachsen (A1, A2, A3, A4, A5, A6) verfügt, so dass innerhalb des dreidimensionalen Arbeitsbereiches jeder Punkt angefahren werden kann und dass insbesondere die Achsen (A5, A6) der Werkstückspindel (9) es ermöglichen, jede Winkellage innerhalb eines Raumwinkelbereiches einzustellen.
6. Linsenbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die einzelnen Werkzeugstationen (10, 11, 12, 13) auf einem Kreis um eine vertikale Drehachse (A1) des Roboters angeordnet sind.

7. Linsenbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Waschstation (25) zum Reinigen der bearbeiteten Linsen vorgesehen ist.

8. Linsenbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die einzelnen Werkzeuge Polierwerkzeuge sind, wobei die Werkzeugstationen (10, 11, 12, 13) jeweils mit einer Einrichtung versehen sind, mit denen Polierflüssigkeit zugeführt werden kann.

9. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmagazine (20) mit einer Flüssigkeit geflutet werden können.

10. Werkzeug insbesondere zum Einsatz in einer Linsenbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeuge Polierwerkzeuge sind, die mit einer Werkzeugspindel (30) drehfest gekoppelt sind, wobei die Werkzeugspindel (30) einen axial verschiebbaren bzw. arretierbaren Kolben (31) aufweist, der mit einem Gewinde (33) versehen ist.

11. Werkzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein auf den Kolben (31) aufschraubbarer Kopf aus einer Hülse und einer kardanisch angelegten Trägerplatte (35) besteht, an der ein Polierteller (37) befestigt ist.

12. Werkzeug nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (31) kraftbeaufschlagt ist, um einen Polierdruck zu erzeugen.

13. Werkzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmeteller (38) auf die Trägerplatte (35) aufklipsbar ist.

14. Werkzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die kardanisch angelenkte Trägerplatte (35) gegen eine Stützhülse (42) verschiebbar ist, so dass ein Kardangelenk (36) arretiert ist.

15. Werkzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Polierteller (37) und der Werkzeugspindel (30) ein Polster ausgebildet ist und der Polierteller (37) eine Gummimembran (53) aufweist, auf die eine Polierfolie (40) direkt oder unter Zwischenlage einer Schaumlage (34) befestigt ist.

16. Werkzeug nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Polster ein Luftpolster ist.

17. Werkzeug nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass Luft zum Luftpolster über eine Längsbohrung (32) im Kolben (31) zugeführt ist.

18. Verfahren zum Steuern einer Linsenbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Polierteller (37) im Durchmesser kleiner ist als die zu polierende Linse, so dass der Polierteller (37) in einer Bewegungsbahn über die Linsenoberfläche bewegt werden muss, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsbahn durch den Roboterarm erzeugt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsbahn in Abhängigkeit von der Form der zu polierenden Linsenoberfläche bestimmt ist.

20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsbahn in Abhängigkeit von der Außenkontur der zu polierenden Linsen bestimmt ist.

21. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Polierdruck während eines Poliervorganges in Abhängigkeit von der Komplexität der

Linsenoberfläche variiert wird.

22. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkelgeschwindigkeit der Werkzeugspindel an die jeweils zu bearbeitende Form der Linsenoberfläche angepasst ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

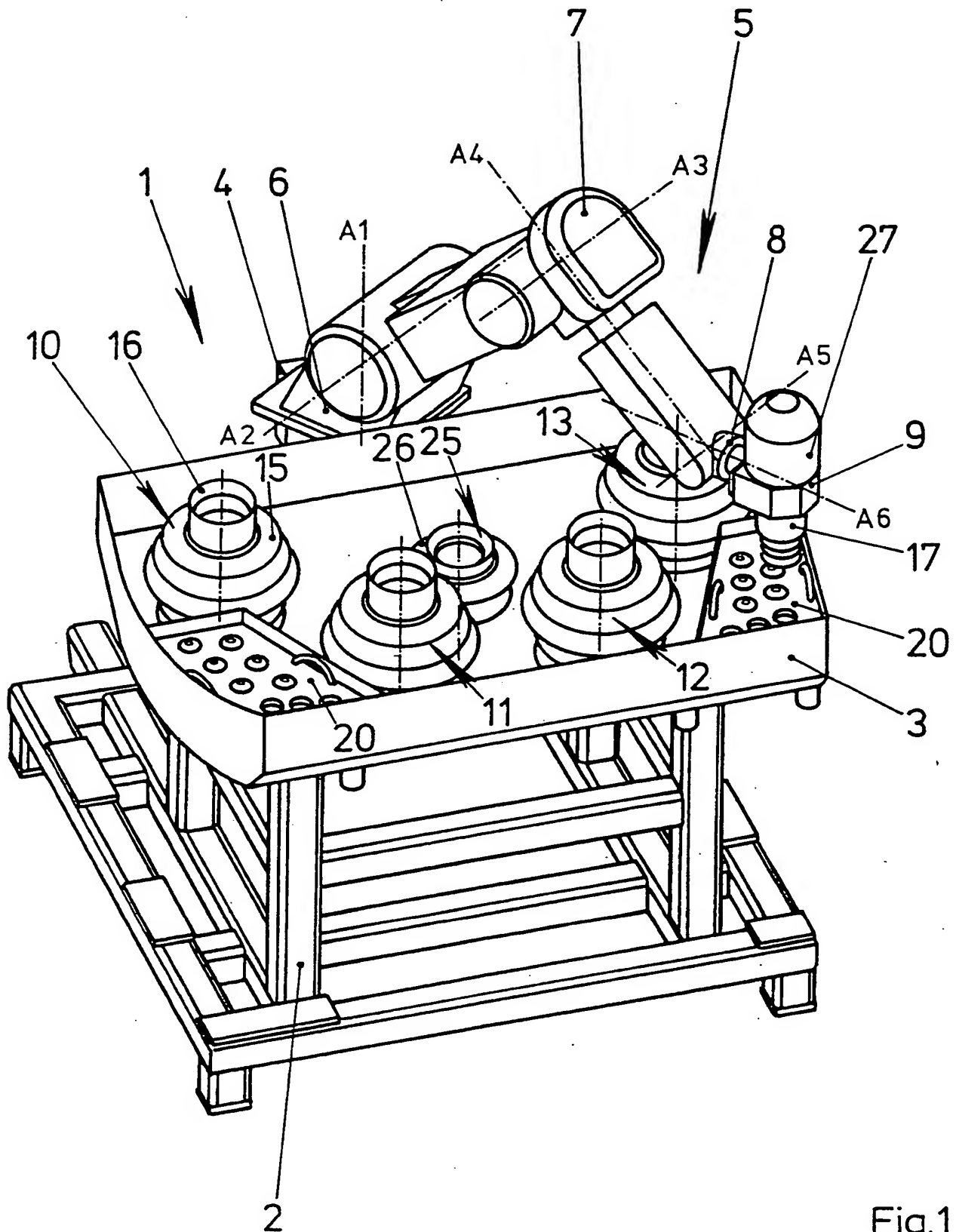


Fig.1

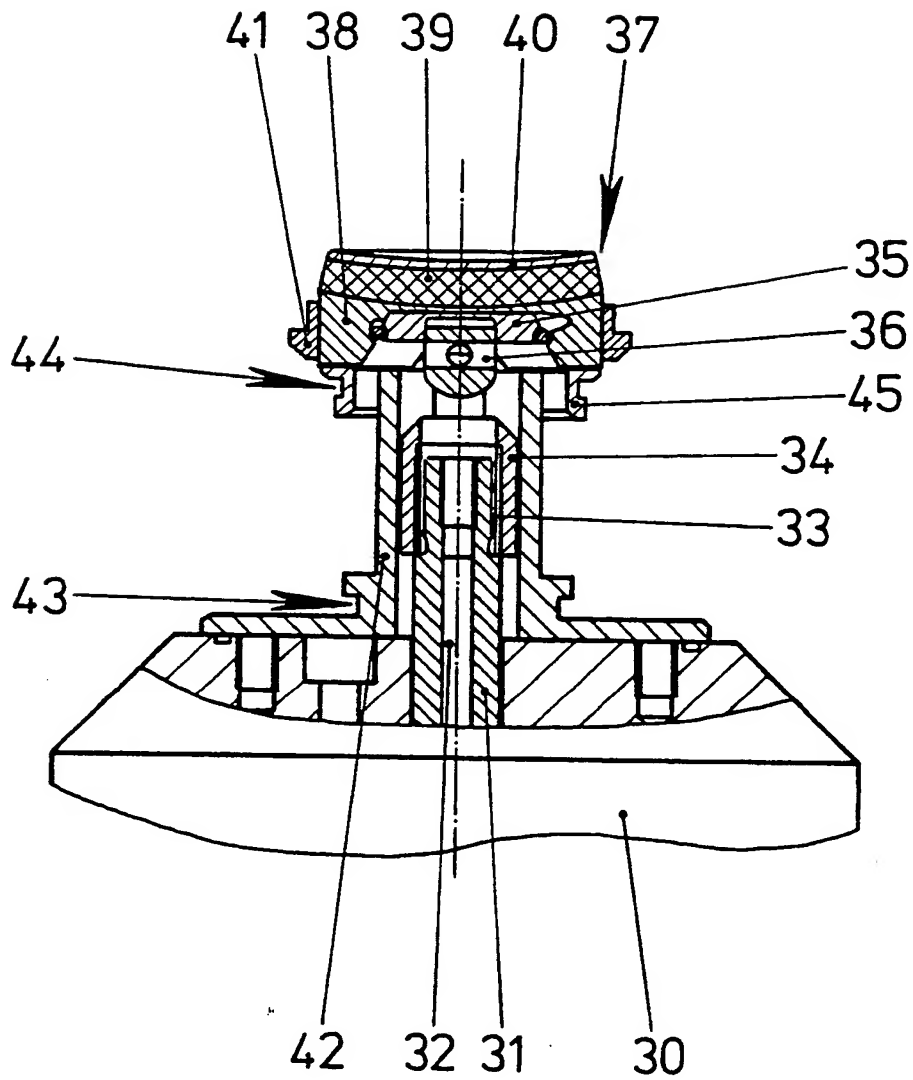
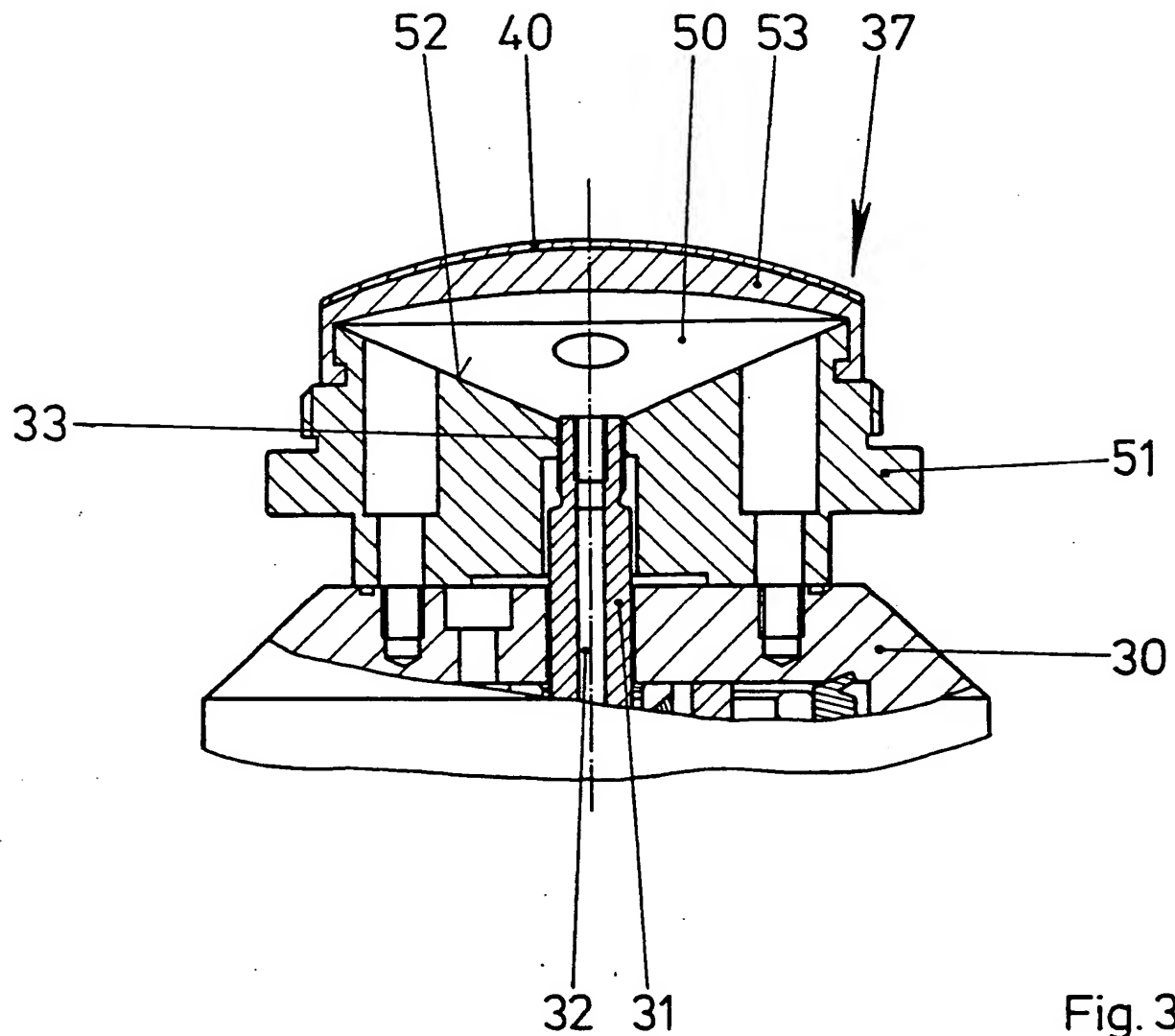


Fig. 2



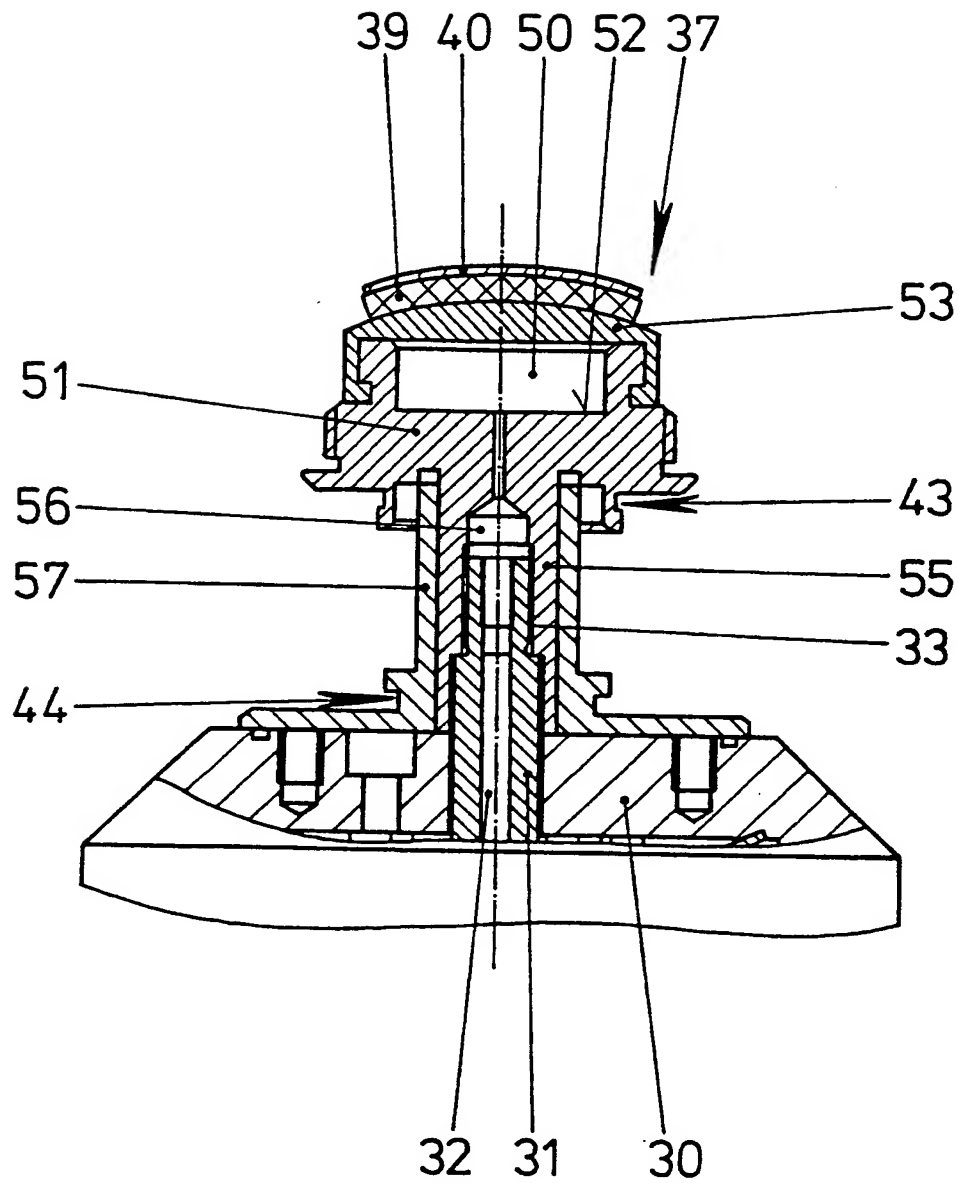


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTC)